

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2003 年 7 月 24 日 (24.07.2003)

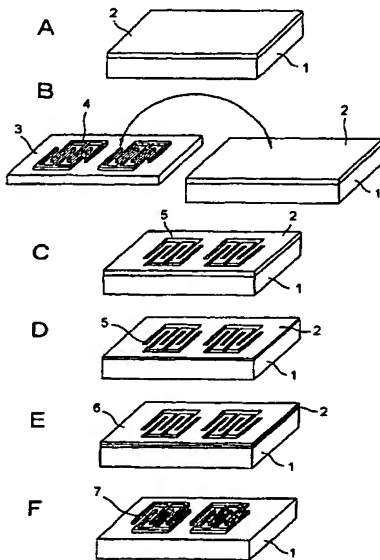
PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/061119 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H03H 3/08 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 服部 渉 (HAT-TORI, Wataru) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/00362
- (22) 国際出願日: 2003 年 1 月 17 日 (17.01.2003) (74) 代理人: 池田 憲保, 外 (IKEDA, Noriyasu et al.); 〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目4番10号 第3森ビル Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): CN, US.
- (30) 優先権データ: 特願2002-8501 2002 年 1 月 17 日 (17.01.2002) JP 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP). 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: SURFACE ACOUSTIC WAVE ELEMENT AND METHOD FOR FABRICATING SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性表面波素子及び半導体装置の製造方法



(57) Abstract: A template (3) manufactured to have high-accuracy protrusions and recesses in advance by a lithography technology employing an electron beam is pressed against a resist film (2) applied onto a substrate (1) thus transferring a resist pattern (5). A thin metal film (6) for electrode is then formed on the resist pattern (5) formed by transfer and then it is stripped off by a lift-off method along with the resist film (2).

(57) 要約:

基板 1 上に塗布したレジスト膜 2 に、予め電子ビームを用いたリソグラフィー技術により高い精度の凹凸を持つように製作された型板 3 を押し付けて、レジストパターン 5 を転写する。転写によって形成されたレジストパターン 5 上に電極用金属薄膜 6 を成膜し、リフトオフ法によってレジスト膜 2 と共に剥離する。

明 細 書

弾性表面波素子及び半導体装置の製造方法

技術分野

本発明は、弾性表面波素子及び半導体装置の製造方法に関し、特に、高周波領域や短波長領域であっても、使用周波数や使用波長が高精度に定まった素子を安価に量産できる製造方法に関する。

背景技術

弾性表面波素子は、圧電体基板上に形成したすだれ状電極によって、基板表面に弾性表面波を発生する素子であり、無線通信分野では、帯域フィルタや共振器などとして広く用いられている。特に、帯域通過フィルタとして使用すると、誘電体フィルタや積層LCフィルタに比して、小型で、かつ急峻な帯域外除去特性を実現できる。このため、弾性表面波素子は、携帯電話等に用いられる帯域通過フィルタとしての主流を占めている。また、電気・通信の分野のみでなく、DNAを配列させるデバイスやセンサに用いられるなど、生化学分野等を含めた多岐の分野で使用されるようになってきている。

無線通信分野で使用する弾性表面波素子は、弾性表面波を圧電体基板上に発生させるすだれ状電極を有しており、そのすだれ状電極の幅は、使用周波数により定まる波長に依存する。例えば、弾性表面波素子を共振器として使用する場合には、すだれ状電極の幅は、弾性表面波の音速を共振器の共振周波数により除して得られる波長の $1/4$ の値に設定される。近年、通常の光を用いたフォトリソグラフィ技術の進展により、無線通信分野では、Bluetoothや無線LAN等で使用される周波数 2.4 GHz 帯に適合する、電極幅 $0.4\text{ }\mu\text{m}$ のものまで製品化されている。

弾性表面波素子上に、微細な電極パターンを形成する方法としては、リフトオフ法が良く知られている。リフトオフ法では、まず、圧電体基板上に通常の光を用いたフォトリソグラフィによりレジストパターンを作製し、次いで金属膜を

基板上一面に形成し、レジストと共に不必要な金属膜部分を剥離して金属電極パターンを形成する。また、これに代えて、電極用金属膜を圧電体基板上に形成した後、通常の光を用いたフォトリソグラフィによりレジストパターンを形成し、そのレジストパターンに沿って金属膜をエッチングすることにより電極を形成する方法も知られている。

近年、使用できる周波数資源の逼迫と無線通信のブロードバンド化に伴い、通信で使用する電波の周波数帯がより高周波数帯に移行している。例えば、無線LANに使用される周波数帯は2.4GHz帯に引き続いて、5GHz帯、26GHz帯とその周波数帯が高くなっている。また、第4世代携帯電話に使用される周波数帯も、5GHz帯か、又はそれ以上の周波数帯になると予想されている。これに伴い、弾性表面波素子には、高周波領域や短波長領域で使用するのに適した性能が要求される。

上述のように、すだれ状電極の幅は、使用する周波数によって決定され、使用する周波数が高いほど電極幅は狭くなる。ここで、高周波帯で使用する、特に電極幅の狭い弾性表面波素子の製造に際しては、電極幅の誤差を小さくするために、高精度なレジストパターンを形成する必要がある。

例えば、圧電体基板として LiTaO_3 基板を用いて弾性表面波素子を製造する際には、高周波数化に伴う弾性表面波の短波長化に対応して、 $0.4\mu\text{m}$ 未満の電極幅を、1%以下の誤差範囲内で実現できる高精度なレジストパターンを必要とする。従来の通常の光を用いたフォトリソグラフィ技術では、このような高精度なレジストパターンを形成することは困難であった。圧電体基板として、他の材質の基板、例えば LiNbO_3 基板、水晶基板、ダイヤモンド薄膜基板、又は、 ZnO 薄膜基板を用いた場合であっても、音速の違いから、多少の電極幅の違いはあるが、上記した電極幅と一桁まで違うことはない。従って、通常の光を用いたフォトリソグラフィ技術は、その適用限界に達している。

一方、微細で高精度のレジストパターンを形成できる技術として、レジストを電子ビームで照射して露光するリソグラフィ技術がある。この技術では、1ナノメートル程度の精度で $0.4\mu\text{m}$ 未満の電極幅を実現できる。しかし、電子ビ

ーム露光によるレジストパターンの形成では、電子ビームでレジスト上をパターンに沿って描画していくため、一括露光できるフォトリソグラフィ技術と比較してスループットが低いという欠点があった。更に、極めて高精度であるため、外気温の変化による基板の熱膨張や伸縮等に起因する、基板ごとの描画パターンの経時変化による誤差も無視できず、量産には問題があった。

本発明は、上記従来技術の問題を解決し、高周波領域や短波長領域であっても、使用周波数や使用波長が高精度に定まった素子を安価に量産できる、弾性表面波素子及び半導体装置の製造方法を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明の弾性表面波素子の製造方法は、圧電体基板上にレジストを塗布するステップと、所望の凹凸パターンを表面に形成した型板を、前記圧電体基板上のレジストに押し付けて、レジスト溝パターンを形成するステップと、前記レジスト溝パターンに基づいて電極膜パターンを形成するステップとを有することを特徴とする。

本発明によれば、レジストパターンを形成する工程において、レジスト膜の表面に型板を押し付けることにより、当該レジスト膜を所望の凹凸を有するパターンに成型する。従って、光や電子ビームを用いた露光工程は存在せず、また、レジストに型板押しするだけの一括転写方式であるため、寸法精度が高い電極幅を有する弾性表面波素子を、スループットが高く製造できる。

また、本発明の半導体装置の製造方法は、基板上にレジストを塗布するステップと、所望の凹凸パターンを表面に形成した型板を、前記基板上のレジストに押し付けて、レジスト溝パターンを形成するステップとを有することを特徴とする。

レジストを型板によってパターンニングする工程を用いることにより、寸法精度が高いパターンをスループットが高く形成できる。

本発明の弾性表面波素子の製造方法では、前記電極膜パターンを形成するステップは、電極膜を堆積するステップと、該電極膜の一部を前記レジスト溝パターンと共に除去するリフトオフステップとを有する。

或いは、前記レジストを塗布するステップに先立って電極膜を堆積するステップを有し、前記電極膜パターンを形成するステップで前記電極膜をパターンニングしても良い。

本発明の弾性表面波素子の製造方法は、前記凹凸パターンが、電子ビーム露光を用いたリソグラフィーによって前記型板上に形成されることが好ましい。

型板の作製方法として、電子ビーム露光を用いたリソグラフィー技術を採用することにより、ナノメートルオーダーの精度で、パターンを形成できる。更に、この型板を再利用することにより、外気温差等から発生する電子ビーム露光における基板ごとの描画パターンの経時的な変化が生じない。

また、前記型板は、シリコン、シリコン酸化膜、シリコンガラス、サファイア、サファイアガラス、高分子樹脂、インバー、アンバー及びコパールから成るグループから選ばれた少なくとも一つの材料により形成されることが好ましい。

より具体的には、型板の材質として、微細加工に優れるシリコンやシリコン酸化膜、又は石英等熱膨張率の小さく硬いシリコンガラス、サファイア、サファイアガラス、或いは、加工しやすい高分子樹脂、金属素材であれば熱膨張率の小さいインバー、アンバー、コパールを使用することが望ましい。

本発明の弾性表面波素子の製造方法は、前記型板の表面に、疎水基を有する有機高分子薄膜を形成することが好ましい。この場合、型板がレジストから剥離しやすくなる。

本発明の弾性表面波素子の製造方法は、前記レジスト溝パターンを形成するステップに後続して、レジスト溝パターンをアッシングするステップを更に有することが好ましい。この場合、凹部に残存するレジストを除去することにより、電極用金属膜が剥離する事態を防止できる。

本発明の弾性表面波素子の製造方法は、前記電極膜パターンの電極幅が0.4 μm 未満であることが好ましい。

本発明は、特に、主として使用する周波数が2.5 GHz以上であるか、主として使用する弾性表面波の波長が1.6 μm 未満である弾性表面波素子を製造する場合に適用されると効果的である。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施形態の弾性表面波素子の製造方法の手順を示すフローチャートである。

図 2 A～図 2 F は、図 1 の弾性表面波素子の製造方法の製造過程を示す模式図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照し、本発明の実施形態を詳細に説明する。

図 1 及び図 2 A～図 2 F を参照して、弾性表面波素子の製造方法を説明する。

まず、図 2 A に示すように、圧電体基板 1 上に平坦なレジスト膜 2 をスピコート法によって成膜する（ステップ S 1）。圧電体基板 1 としては、 LiTiO_3 、 LiNbO_3 、水晶のような単結晶の圧電体基板や、その上に絶縁膜を形成した基板、PZT、PLZT 等のセラミック圧電体からなる基板、或いは、ダイヤモンド薄膜や ZnO 薄膜のような薄膜を基板上に積層成膜した基板を好適に用いることができる。

次いで、図 2 B に示すように、基板 1 の表面にすだれ状微細電極パターン 4 を上面に形成した型板 3 を押し付ける。これによって、図 2 C に示すように、型板 3 上のすだれ状の微細電極パターン 4 をレジスト膜 2 に転写し、所望のレジストパターン 5 を形成する（ステップ S 2）。レジスト膜 2 に型板 3 を押し付ける際には、基板の温度を制御して、レジスト膜 2 のガラス転移温度以上とすることが望ましい。これにより、パターン転写時の圧力を小さくすることが出来る。また、型板 3 は、予め電子ビーム露光を用いた精度の高いリソグラフィー技術で作製しておくことが望ましい。

型板 3 の材質としては、微細加工技術の最も進展しているシリコンや、シリコン基板上のシリコン酸化膜を使用すると加工が容易である。また、熱膨張率が小さくて硬いシリコンガラス、サファイア、サファイアガラスなどの石英材料を用いると、パターン転写時の温度調整条件が大幅に緩和される。更に、これらの可視光に対して透明な材質の型板を使用した場合は、基板との目合せが容易となる。或いは、型板の材質として、加工しやすい高分子樹脂を使用しても良い。この方

法では、パターン転写時の温度調整条件が大幅に緩和されるため、金属素材であれば熱膨張率が小さいインバー、アンバー、コパールを使用することが望ましい。更に、型板 3 の表面にパターン精度に影響しない程度の厚みで、或いは薄膜厚を予めパターン精度に組み入れた厚みで、疎水基を有する有機分子薄膜を形成しておく、レジスト 2 から型板 3 を抜きやすくなる。

次に、図 2 C のレジスト膜 4 を全体的にアッシング、あるいは異方性の強いドライエッチングして、レジストパターン 5 の凹部（溝内）に残存するレジストを除去する（ステップ S 3）。この工程により、図 2 D に示すように、レジストパターン 5 の溝部で圧電体基板 1 の表面が露出する。

次いで、図 2 E に示すように、電極用の金属膜 6 をスパッタリングによって成膜する（ステップ S 4）。

その後、レジスト膜 2 と共にその上の金属膜 6 を剥離するリフトオフ法によって、図 2 F に示すように、圧電体基板 1 上に微細な電極パターン 7 が形成される（ステップ S 5）。

電極パターン 7 の幅は、通常の使用周波数から算出される波長 λ の $1/4$ の値に一致させる。型板 3 のパターンを細かく実測し選別することにより、 $0.4 \mu\text{m}$ 未満の電極幅についても、1 ナノメートル程度の精度を達成することができる。

作製した弾性表面波素子は、ダイシングによって個々のチップに分離され、パッケージングされる。このように、基板上のレジスト膜にパターンを一括転写することができるため、電極形成工程のスループットが高く、量産に適する。即ち、高周波領域や短波長領域であっても、使用周波数や使用波長が高精度に定まった素子を安価に量産することができる。

上記実施形態では、リフトオフ法を例に挙げて説明したが、本発明の弾性表面波素子の製造方法は、これに限るものではなく、例えば、レジストを塗布する工程に先立って電極膜を堆積しておき、レジスト膜をパターンニングしてレジストパターンを形成した後に、このレジストパターンをマスクとして電極膜をエッチングしても良い。

以上、本発明をその好適な実施形態に基づいて説明したが、本発明の弾性表面

波素子及び半導体装置の製造方法は、上記実施形態例にのみ限定されるものでなく、上記実施形態例の構成から種々の修正及び変更を施した弾性表面波素子及び半導体装置の製造方法も、本発明の範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

本発明の弾性表面波素子及び半導体装置の製造方法は、予め高精度の型板を作製し、基板上に塗布したレジスト膜に型板を押し付けることにより、レジスト膜を所望の凹凸を有するパターンに成型する。このため、高周波領域や短波長領域であっても、使用周波数や使用波長が高精度に定まった素子を安価に量産することができる。

請 求 の 範 囲

1. 圧電体基板上にレジストを塗布し、
所望の凹凸パターンを表面に形成した型板を、前記圧電体基板上のレジストに押し付けて、レジスト溝パターンを形成し、
前記レジスト溝パターンに基づいて電極膜パターンを形成する弾性表面波素子の製造方法。
2. 前記電極膜パターンは、電極膜を堆積し、該電極膜の一部をリフトオフ法により前記レジスト溝パターンと共に除去することにより形成される請求項1に記載の弾性表面波素子の製造方法。
3. 前記レジストの塗布に先立って電極膜を堆積しておき、
前記電極膜パターンは、前記電極膜をパターニングすることにより形成される請求項1に記載の弾性表面波素子の製造方法。
4. 前記型板が、シリコン、シリコン酸化膜、シリコンガラス、サファイア、サファイアガラス、高分子樹脂、インバー、アンバー及びコバールから成るグループの中から選ばれた少なくとも一つの材料により形成される請求項1に記載の弾性表面波素子の製造方法。
5. 前記凹凸パターンが、電子ビーム露光を用いたリソグラフィーによって前記型板上に形成される請求項1に記載の弾性表面波素子の製造方法。
6. 前記型板の表面に、疎水基を有する有機高分子薄膜が形成された請求項1に記載の弾性表面波素子の製造方法。
7. 前記レジスト溝パターンの形成後に、レジスト溝パターンをアッシングする請求項1に記載の弾性表面波素子の製造方法。
8. 前記電極膜パターンの電極幅が $0.4\ \mu\text{m}$ 未満である請求項1に記載の弾性表面波素子の製造方法。
9. 基板上にレジストを塗布し、
所望の凹凸パターンを表面に形成した型板を、前記基板上的レジストに押し付けて、レジスト溝パターンを形成する半導体装置の製造方法。

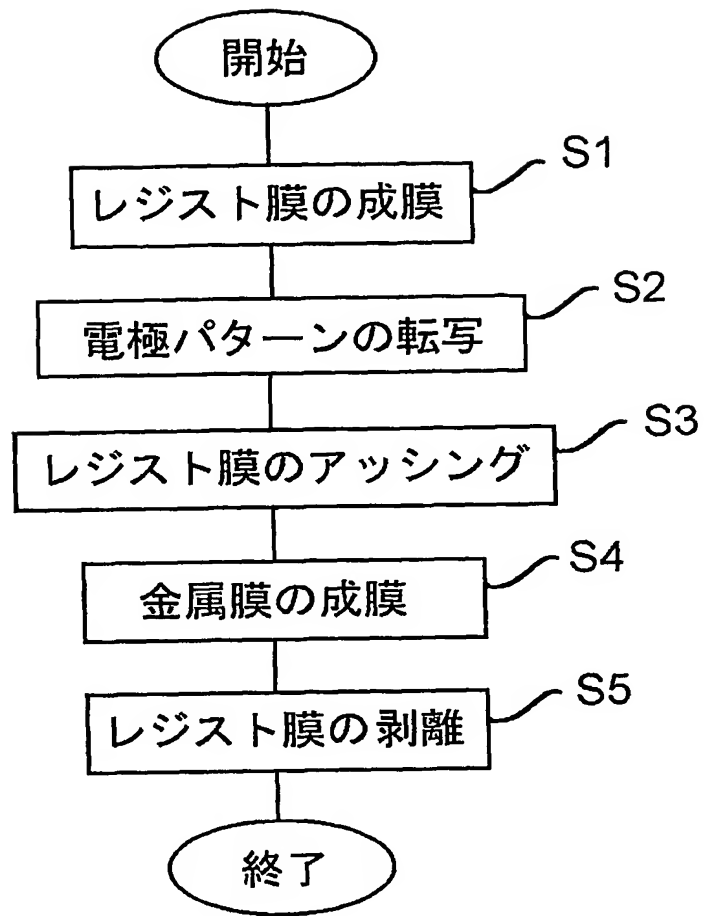


図 1

図 2 A

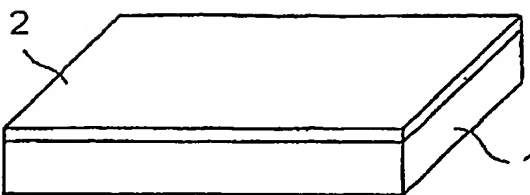


図 2 B

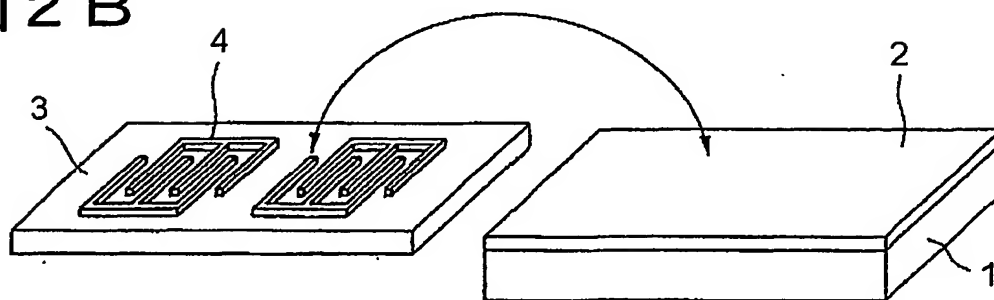


図 2 C

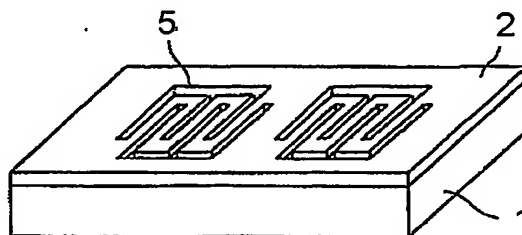


図 2 D

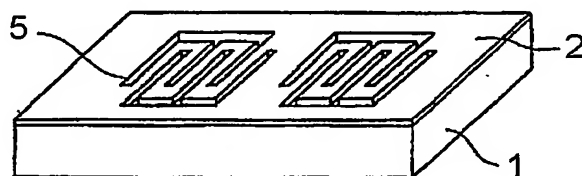


図 2 E

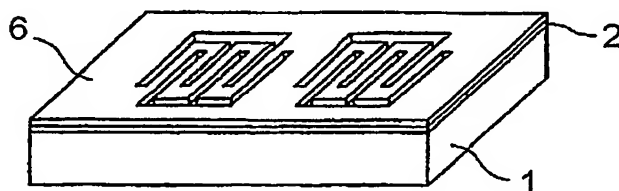
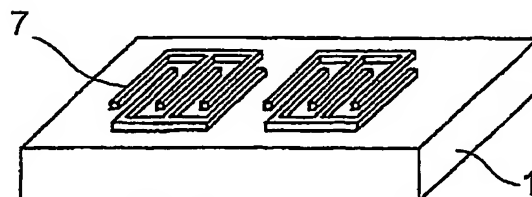


図 2 F



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/00362

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H03H3/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H03H9/25, H03H3/08, H03H9/145, H03H9/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A Y	JP 01-124284 A (Akio MIURA), 17 May, 1989 (17.05.89), Claims; page 2, lower right column, line 18; Fig. 1 (Family: none)	1-8 9
Y	JP 09-34130 A (Nitto Denko Corp.), 07 February, 1997 (07.02.97), Full text; all drawings & WO 97/000534 A1 & US 6126772 A1	9
Y	JP 2000-156557 A (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 06 June, 2000 (06.06.00), Full text; all drawings (Family: none)	9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search 25 February, 2003 (25.02.03)	Date of mailing of the international search report 11 March, 2003 (11.03.03)
---	---

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/00362

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 99/005788 A1 (Toshiba Corp.), 04 February, 1999 (04.02.99), Full text; all drawings & EP 936734 A1 & US 6377138 B	2, 3
A	JP 10-219400 A (Hitachi Metals, Ltd.), 18 August, 1998 (18.08.98), Full text; all drawings (Family: none)	4
A	JP 11-176720 A (Nikon Corp.), 02 July, 1999 (02.07.99), Full text; all drawings (Family: none)	5
A	JP 08-64931 A (Daishinku Corp.), 08 March, 1996 (08.03.96), Full text; all drawings (Family: none)	7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H03H 3/08

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H03H 9/25 H03H 3/08
H03H 9/145 H03H 9/64

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 01-124284 A (三浦昭男) 1989.05.1	1-8
Y	7, 特許請求の範囲, 第2頁目右下欄第18行目, 第1図 (ファミリーなし)	9
Y	J P 09-34130 A (日東電工株式会社) 1997.02.07, 全文, 全図 & WO 97/00053 4 A1 & US 6126772 A1	9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25.02.03

国際調査報告の発送日

11.03.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

清水 稔

5W

3248

電話番号 03-3581-1101 内線 6441

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2000-156557 A (日立化成工業株式会社) 2000. 06. 06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	9
A	WO 99/005788 A1 (株式会社東芝) 1999. 02. 04, 全文, 全図 & EP 936734 A 1 & US 6377138 B	2, 3
A	JP 10-219400 A (日立金属株式会社) 1998. 08. 18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	4
A	JP 11-176720 A (株式会社ニコン) 1999. 07. 02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	5
A	JP 08-64931 A (株式会社大真空) 1996. 03. 08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	7